

Komplexe Schweiss-Konstruktionen mit Bolzen + Schrauben-verbindungen

→ rechtssichere+wirtschaftliche Berechnung
+ praxisnahe Dokumentation + Optimierung

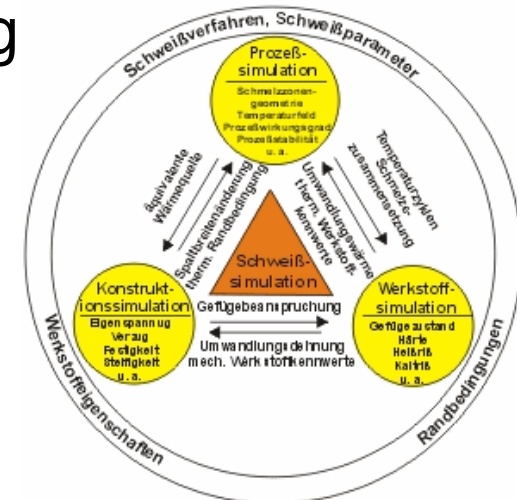
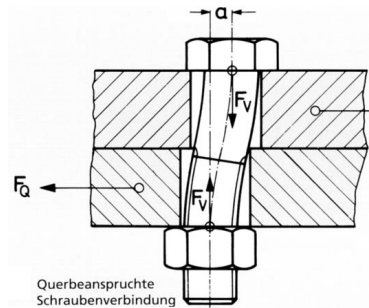
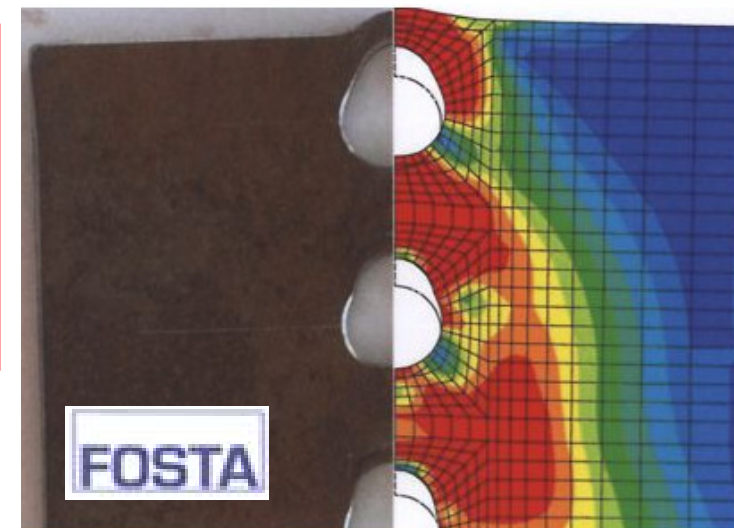
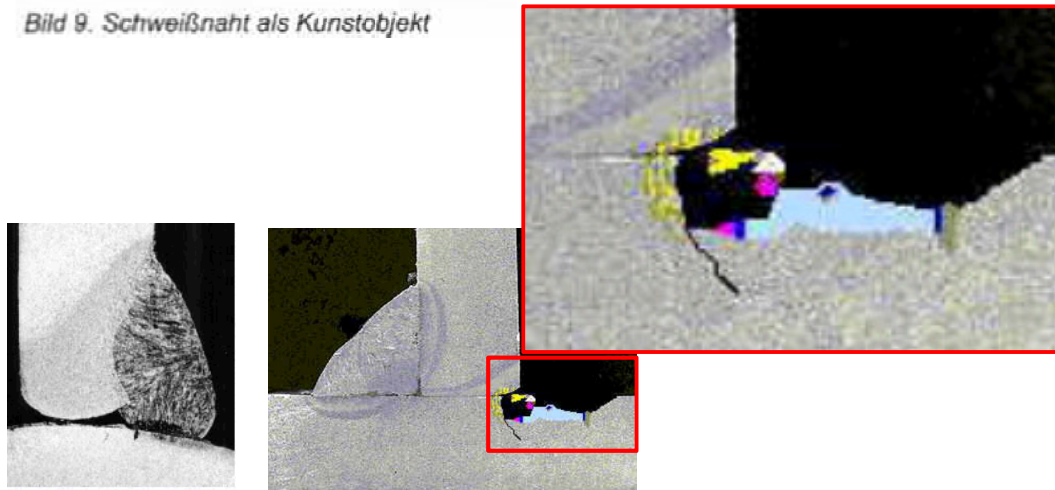


Bild 9. Schweißnaht als Kunstobjekt



Was besprochen wird (25min) :

- **Aktuelles gesetzliches Umfeld** (siehe nächste Folie)
- **Nachhaltigkeitsanspruch der Gesellschaft**
- **Qualitätsmerkmale** beim Schweißen (siehe nächste Folie)
→ (Eingeschränkte) Anwendbarkeit Methoden der Betriebsfestigkeit ! ?
- **Berechnungs-Methodik** (im Vortrag mit –kurzen- Fallbeispielen) :
 - design based analysis / Hotspot –Methode (siehe nächste Folie)
 - Adäquater Ressourcen-einsatz, aufbauend auf Risiko-Beurteilung :
 - Typische pareto-Optimierungen (20% Aufwand, 80% Gesamterfolg)
 - Konstruktionsbegleitende FEM („Narrenfreiheit“?)
 - Profi-FEM (prüffähiger Nachweis)
 - Symptome für **Gesundrechnen** bzw. Grenzfälle -erlaubtes- Gesundrechnen als auch **Totrechnen** (zur Diskussion)
 - Beispiele –erfolgreicher- „freiwilliger“ Ansätze !



Wer die letzten 10 Jahre auf dem ANSYS-Usermeeting anwesend war, wird viele Wiederholungen + Quereinstiege feststellen.

Ziel ist es, hier den Gesamtkontext für ein **firmenspezifisches Sicherheits-konzept** - möglichst- lückenlos abzubilden (fachliche Details werden hier nur angesprochen) . Viele Firmen haben dies bereits erfolgreich umgesetzt, um ihren Kunden bessere und betriebssichere Schweissprodukte zu wirtschaftlichen Preisen anbieten zu können.

Vorkenntnisse für Zuhörer:

Folgende Kenntnisse / **Kürzel** werden nachfolgend verwendet :
(bei Bedarf wird kurz zur verlinkten Folie mit Details gewechselt)

- **Aktuelles gesetzliches Umfeld** (Eu-harmonisiert / weltweit anwendbar ?) :
 - **ProdH** Produkthaftungs / **GPSG** (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz)
 - **MRL** Maschinen-Richtlinie → u.a. **Ribe** = **Risikob**urteilung
 - Richtlinien als Vertragsbestandteil (hier nur gesetzlich un geregelter Bereich) :
 - **FKM 183** : Ermüdungsfestigkeits-Nachweis für ungeschweisste Bauteile
 - **IIV** für geschweisste Bauteile + Brennkanten
 - **VDI 2230** für Schraubendimensionierung
- **Qualitätsmerkmale** beim Schweißen (unvollständig) :
 - Schweißnahtbewertungsgruppe (A),B,C,D nach DIN EN 5817
 - Naht-Unregelmäßigkeiten : Äußere (sichtbare) / innere (Wurzel) Nahtfehler
 - Verzug / Eigenspannungen
 - Neben der Nahtqualität B gibt es noch diverse Schweißnaht-Tuning-methoden
 - Anwendbarkeit Methoden der Betriebsfestigkeit ! ?
- **Methoden** (im Vortrag mit Fallbeispielen) :
 - Balken - / Schalen- / Volumen-modelle bzw. **Mixed-mesh** aus CAD-Daten
 - **Db**a = design based analysis
(regelwerks-unterstützter Nachweis u.a. nach DIN EN 13445, T3)
 - **Hotspot** –Methode = verbreitete Spannungs-Bewertung anhand Strukturspannungen

Simulation → nicht zu teuer, aber sicher genug!

Aufwand + Kosten

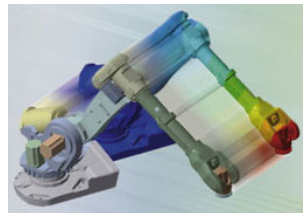
Vor-Optimierung <<

(Focus)

>>Auslegung

Konstruktionsbegleitend :

- Varianten vergleichen / optimieren
- Oft gekoppelt mit MKS
- Notwendig:
Produkt –
Problemverständnis



Focus auf:

- min. Zeit + Simulationskosten
→ oft vereinfachte Modelle
- Minimierung von Prototypen / Tests
- Besseres Verständnis für Produkt
+ Qualitäts-einflussgrößen
+ Schwachstellen → „fea-driven-design“
- Keine / minimale Dokumentation
(ist zu vereinbaren!)

Wer darf sie durchführen:

- “Narrenfreiheit” ?
- min. Einsteigerkurs
- Hilfe holen bei Ergebnis-“Deutung”
→ Mentor-konzept

Nachweis (Profi-FEM) :

- Gesetzlich geregelter /
ungeregelter Bereich (ProdH + GPSG gilt immer)
- 99,x%-Risiko-analyse
- MKS / multiphysics u.a. (kleinster Nenner)
- Auf Basis Erfahrung und/oder Richtlinie

Focus auf:

- Sichere Produkte
- i.d.R. höhere Kosten
- Modellfindung auf Basis Sich.konzept
- Mehraufwand für Qualitätssicherung
- Prüffähige und prüfsichere Dokumentation

Wer sollte sie durchführen:

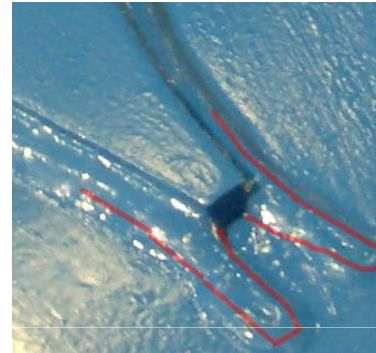
- Keine Anfänger ! (min.“Senior“-betreuung im Team)
→“FEM-Führerschein” erforderlich
- Regelmäßige Fortbildung / Schulungen
- Tiefes Verständnis für Problemphysik + Material
- Mehraugen-prinzip / evtl. Konkurrenz-Simulation

Schweiss-tuning (1/5)



<http://www.dyna-tec.de/hifit/hifit.htm>

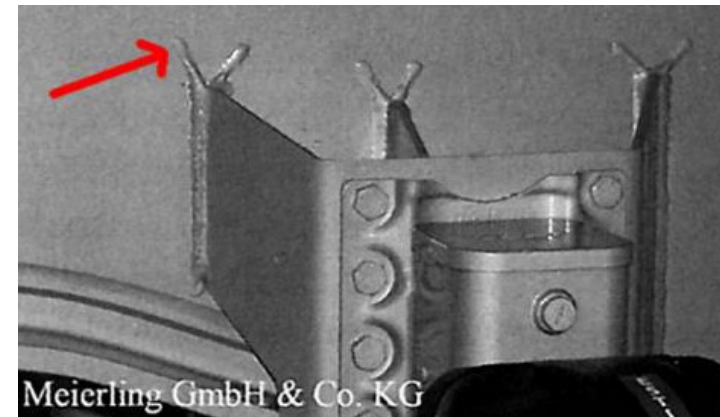
Kreuz-Auslaufnaht (frei nach John Deere)



Aufgeschweißte Längssteife vor der
HiFIT-Behandlung



Aufgeschweißte Längssteife nach der
HiFIT-Behandlung



Literaturnachweise

(Details+Schlüsselaussagen siehe CATS-Bibliothek)

- [📖 01] = Maschinen-Richtlinie 2006 (Beuth 2007)
- [📖 02] = API (american petroleum institute) Specification 8C/ISO release 2003
- [📖 03] = Gefahrenanalyse + Risikobeurteilung (Matthias Schulz, 2007)

- [📖 10] = Praxiswissen Schweisstechnik (Vieweg 2006)
- [📖 11] = Kompendium Schweisstechnik (DVS-Band 128/4 2002)
- [📖 12] = Schweisstechnik (Hanser 2008) http://www.amazon.de/gp/reader/3446414223/ref=sb_dp_pt#reader-page
- [📖 13] = Schweisstechn.Handbuch, Teil 1-3 (DVS 1997)
- [📖 14] = Werknorm Schweißen Fa.Herrenknecht (<http://www.vertical-herrenknecht.de>) Stand 06.08.2009
- [📖 15] = Vergleich von 40 Schweiß-Rili aus 17 Industrie-Nationen (DVS-Band 85 ,1986)
- [📖 16] = Leitfaden Schweiß-Konstrukteur (DVS-Band 17, 1997)

- [📖 19] = Schrumpfungen und Risse (R.Malorius 1969)
- [📖 20] = Änderung Stahlnormen (“St37 gibt es nicht mehr”)
- [📖 21] = DIN EN 13445 (Druckbehälter)
- [📖 22] = Schadenskunde im Maschinenbau (Grosch, Expert-Verlag 2010)
- [📖 23] = Ermüdungsrisse (Sander, Vieweg-Verlag 1.Auflage 2009)
- [📖 24] = FKM-Richtlinie “fatigue” (Auflage 2009)
- [📖 25] = IIW-Richtlinie “fatigue” (Auflage 2009)
- [📖 26] = GL-Schiffsbau (www.gl-group.com/infoServices/rules/pdfs/deutsch/qlrp-d.pdf)
- [📖 27] = GL-Windkraft

- [📖 30] = Methodik Werkstoffauswahl / Hanser
- [📖 31] = Roloff-matek, 11.Auflage 1987
- [📖 32] = Forschungsbericht FOSTA P742 “Schraubenverbindungen bei hochfestem Stahl S690”

Diverse Fachartikel bzw. Internet-Links:

- [📖 40] = ALCAN-welding (ANSYS-UM2006)
- [📖 41] = www.roymech.co.uk/Useful_Tables/Fatigue/Fatigue_index.html
- [📖 42] = Fa.Linde Gas : Beseitigung von Schrumpfungen + Eigenspannungen , 2004
Schrumpfungen_und_Spannungen_beim_Schweißen_und_deren_Beseitigung_durch_das_Flammrichten_Teil_1.pdf
- [📖 43] = Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) <http://www.nas.din.de>
- [📖 44] = **SINTAP**: Structural Integrity Assessment Procedures for European Industry
www.eurofitnet.org/sintap_index.html